SHILAP Revista de Lepidopterología
ISSN: 0300-5267
avives@eresmas.net
Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología
España

Abós Castel, F. P.
Análisis de las comunidades de mariposas en los agrosistemas en Aragón, España (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)
SHILAP Revista de Lepidopterología, vol. 33, núm. 131, septiembre, 2005, pp. 247-263
Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología
Madrid, España

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45513103

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 247

SHILAP Revta. lepid., 33 (131), 2005: 247-263 SRLPEF ISSN:0300-5267

Análisis de las comunidades de mariposas en los agrosistemas en Aragón, España (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)

F. P. Abós-Castel

Resumen

Se analiza la distribución faunística de las comunidades de mariposas en el agrosistema de la comarca Somontano de Barbastro (Sierras Marginales del Prepirineo Aragonés). Se han muestreado diversos paisajes agrarios con distinta intensidad de gestión, desde áreas multiparceladas y de pluricultivo a otras de monocultivo, desde cultivos herbáceos a leñosos, en secano y regadío, analizándose en cada uno de ellos la estructura faunística (número de especies y abundancia poblacional) y la diversidad faunística. Se compara la similitud faunística entre paisajes mediante la aplicación del Análisis de Componentes Principales (PCA), concluyendo que las comunidades de mariposas están relacionadas con la tipología vegetal y con la intensidad de la gestión antrópica aplicada en los distintos paisajes agrarios.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea, agrosistema, faunística, Aragón, España.

Analysis of butterfly communities in agrosystem landscapes in Aragon, Spain (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)

Abstract

The faunistic distribution of butterfly communities is analized in different landscapes of agrosystem in the Somontano of Barbastro district (Prepyrenean Aragonese range) with different agrarian managements, from pluriculture to monoculture ecosystems, from woodcrop to grasscrop, from dryland to irigated land. The faunistic structure (number of species, population abundance) and faunistic diversity in each landscape is analized. The faunistic similarity is compared among sampling landscapes (PCA programme), showing that the butterfly communities in the landscapes are relating with the vegetal types and the intensity of antropic gestion.

KEY WORDS: Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea, agrosystem, faunistic, Aragon, Spain.

Introducción

La acción agraria es una de las actividades humanas que con mayor intensidad y extensión inciden en los ecosistemas naturales que al utilizarlos como soporte necesario, conforman un sistema intervenido que se distingue por altos aportes y rendimientos pero con reducción de su complejidad. Denominamos agrosistema al ecosistema con predominio de cultivos.

La intensificación de la agricultura al organizar grandes extensiones de monocultivo y fragmentar la vegetación natural, empobrece el hábitat en riqueza de mariposas (DOVER & BOATMAN, 1994; FEBER *et al*., 1996) y "produce un declinar de la biodiversidad" (STEWART, 1991; FERNÁNDEZ GUILLÉN & JONGMAN, 1994). Los pesticidas afectan desfavorablemente a los lepidópteros (RANDS & SOTHERTON, 1986; DAVIS *et al.,* 1991; POLLARD *et al.* 1998; LONGLEY & SOTHERTON, 1997) y los herbicidas y fertilizantes inducen cambios en la vegetación a favor de unas po-

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 248

cas especies, reduciendo las fuentes de néctar y el alimento de las larvas (FRY & ROBSON, 1994; GEIGER *et al*. 1987; POLLARD *et al*. 1998).

La presencia de márgenes y el pluricultivo mantienen la diversidad biológica en el agrosistema (ABOS-CASTEL, 2002), siendo aquellas beneficiosas para muchas formas de vida, incluyendo mariposas y otros insectos (DENNIS & FRY, 1992; BOATMAN & SOTHERTON, 1988); causas importantes del declinar de las poblaciones de mariposas son la fragmentación del hábitat (HOOLE *et al*., 1999; WETTSTEIN & SCHMID, 1999), la destrucción de los biotopos y el cambio en el manejo de la tierra (THOMAS, 1995a).

Se estudia la estructura faunística de las comunidades de mariposas en paisajes agrarios, ya que éstos cubren grandes áreas del territorio, analizando las preferencias ambientales y la distribución de aquellas en áreas con distintas intensidades de gestión agraria, buscando en definitiva una relación entre diversidad faunística e intensificación agraria.

Material y métodos

La investigación se ha desarrollado en la comarca Somontano de Barbastro, en el centro geográfico de la provincia de Huesca, España (ABÓS CASTEL, 2002, 2003). Se trata de un entorno en el que se producen cercanos en el espacio diferentes tipos de gestión agraria, desde ligera a muy intensa, adecuados para comprobar su incidencia sobre la diversidad faunística; en él se conservan además áreas con ecosistemas naturales suficientemente amplios y con distintos grados de intervención antrópica, de ligera a moderada, para poder establecer relaciones comparativas con el ecosistema agrario.

El 45,9 % de la superficie corresponde a tierras labradas situadas principalmente en el centro y sur comarcal y el 42,4 % a terreno forestal, principalmente en la mitad norte.

Tabla I. Ubicación de las parcelas muestreadas.

agrosistema. Coordenadas UTM (30T YM, 31T BG) y localidad				
Paisaje	1ª repet.	2ª repet.	3ª repet.	vegetación dominante
bosque claro	YM4060 Lascellas	BG5555 Barbastro	BG6560 Costean	Quercus ilex ballota, juniperus oxycedrus
islas pluricultivo	YM4060 Lascellas	BG5555 Barbastro	BG6560 Costean	Quercus ilex ballota, juniperus oxycedrus, cultivos
pluricultivo secano	YM4050 Laluenga	BG6060 Barbastro	BG7055 Estadilla	cultivos herbáceos y leñosos de secano
monocult.herb.sec.	YM4055 Laluenga	BG5550 Fornillos	BG7050 Fonz	cebada, barbecho, girasol
monocult.arb.sec.	YM4055 Laluenga	BG6060 Barbastro	BG7055 Estadilla	almendro, vid, olivo
pluricultivo regadío	BG5050 Berbegal	BG6050 Berbegal	BG6555 Barbastro	cultivos herbáceos y leñosos de regadío
monocult.herb.reg.	BG5045 Ilche,YM4040 Peralta	BG6555 Barbastro	BG6045 Castejón	maiz, girasol, alfalfa
monocult.arb.reg.	BG5045 Ilche	BG6555 Barbastro	BG6050 Castejón	manzano, peral, melocotonero, vid

Paisajes o formaciones vegetales muestreados (ubicación en tabla I):

Paisaje forestal (bosque claro). Formación arbóreo-arbustiva resultante del aclareo del bosque de carrasca (*Quercus ilex ballota*) o de quejigo (*Quercus faginea, Quercus cerrioides)*. La superficie arbórea cubre entre el 20 y el 75 % del terreno, dominando en los claros un matorral de *Juniperus oxycedrus, Genista scorpius y Buxus sempervirens*. Intervención antrópica moderada. Domina en el norte comarcal y al ser el paisaje natural más característico, se utiliza como elemento de referencia entre el forestal y el agrario.

Paisaje en mosaico (islas de pluricultivo). Campos de cultivo entre bosque claro o matorral de carrasca y/o quejigo. Muy abundante en el centro y norte comarcal. Gestión agraria ligera; la topografía accidentada ha contribuido al mantenimiento de este interesante tipo de paisaje.

Paisaje agrario. 1 Pluricultivo de secano o de regadío. Zonas multiparceladas con abundante presencia de márgenes (porción de terreno sin cultivar, de anchura variable según la morfología del terre-

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 249

no, que sirve para delimitar una parcela de otra y en el que crece la vegetación espontánea), caminos, acequias en el regadío y parcelas con barbecho en el secano. Normalmente son varios los cultivos que alternan en estas parcelas, tanto herbáceos como leñosos. Gestión agraria en aplicación de agroquímicos, media o alta en secano y alta o muy alta en regadío. Consideramos pluricultivo el paisaje compuesto de parcelas (terreno cultivado entre márgenes) menores de 1 hectárea y separadas por setos o márgenes vegetadas.

Monocultivo, leñoso y/o herbáceo, secano y/o regadío. Localizados en el centro y sobre todo en el sur comarcal, donde ante la suavización de la topografía se han organizado grandes parcelas, quedando como únicas zonas para la vegetación las muy escasas márgenes o bordes de caminos.

Hemos considerado este tipo de paisaje cuando las parcelas superan las 10 hectáreas sin márgenes en cultivos herbáceos o las 3 hectáreas en arbóreos; en cultivos herbáceos llegan a establecerse parcelas de más de 25 hectáreas sin márgenes. Gestión agraria intensa en aplicación de agroquímicos. Se consideran por separado secano y regadío así como cultivos herbáceos y leñosos. En secano los cultivos leñosos están sobre suelo laboreado y formados en vaso (sistema de poda que forma el árbol sobre tronco en formación esférica), con una cobertura del terreno superior al 50 % (almendro y olivo); en regadío se han elegido los cultivos leñosos con gestión intensiva, sobre suelo con hierba cortada periódicamente y herbicida bajo la línea de árboles formados en espaldera (sistema de poda que forma el árbol en formación plana a partir de un eje central, utilizándose principalmente en manzano, peral y viñedo), con una cobertura del terreno del 25 % (frutal de pepita y viñedo). En cultivos herbáceos de secano se practica el barbecho en el 10 % de la superficie que se mantiene sin labrar desde septiembre hasta abril-mayo.

Clasificación de los Lepidoptera estudiados

Como norma general se sigue la clasificación de HIGGINS & RILEY (1988) y VIVES MORENO (1994), considerando las siguientes familias: Hesperiidae Latreille, 1809; Papilionidae Latreille, 1802; Pieridae Duponchel, 1835; Nymphalidae Swainson, 1827 (incluidos los Satyrinae Boisduval, 1833); Lycaenidae Leach, 1815, y Zygaenidae Latreille, 1809.

Se han incluido Riodininae como subfamilia de Lycaenidae y Libytheinae como subfamilia de Nymphalidae. De los Zygaenidae se considera solamente la subfamilia Zygaeninae.

En metodología aplicada se remite a lo indicado en ABÓS CASTEL (2003).

Análisis de datos

En el análisis faunístico se siguen los criterios indicados en ABOS-CASTEL (2003).

A través del análisis biocenológico se estudia la similitud faunística entre paisajes (diversidad beta) y se analiza la correlación entre ellos, mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA), utilizando como factor la abundancia familiar y la específica.

En la caracterización paisajística de cada uno de los paisajes muestreados, se ha calculado el porcentaje que representa cada especie sobre el total de individuos.

Resultados

I. Análisis faunístico

I.1 Composición faunística y preferencias ambientales de las mariposas

En la tabla II y figura 1 se pone de manifiesto que el mayor número de especies vuela en los paisajes en mosaico (islas de pluricultivo) y forestal (bosque claro) y el menor número, con gran diferencia, en los monocultivos, variando de 61 especies (79,2 % del total) en paisaje en mosaico a tan sólo 20 especies (25,9 % del total) en el monocultivo herbáceo de secano.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 250

Considerando las zonas de cultivo sin apenas ecosistema natural, la mayor riqueza en especies y abundancia poblacional se produce en el pluricultivo, de secano y de regadío, sin diferencias significativas entre ellos, tanto entre especies, como entre abundancias poblacionales. La mínima riqueza en especies tiene lugar en el monocultivo herbáceo de secano y arbóreo de regadío (figura 1).

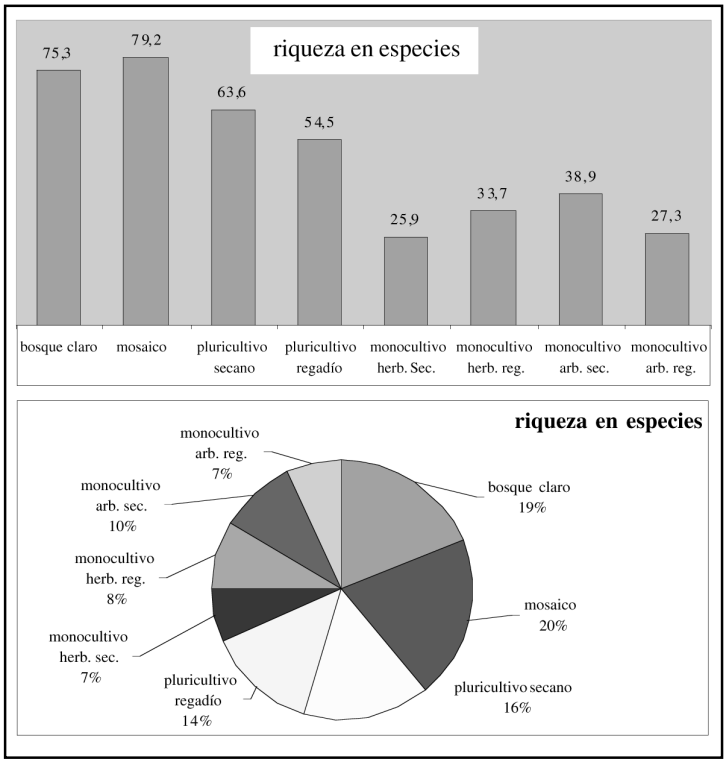

Figura 1. Riqueza en especies de los distintos paisajes del agrosistema. Arriba porcentaje absoluto de especies en cada paisaje, abajo porcentaje relativo que representa cada paisaje en el conjunto.

La familia más abundante es Pieridae que supone el 55 % del total de los individuos, con diferencia sobre las demás, seguida de la subfamilia Satyrinae con el 22 % y de la familia Lycaenidae con el 14 % de los individuos (tabla II); las familias menos abundantes son Hesperiidae con el 2,7%, Papilionidae con el 2,9 %, resto de los Nymphalidae con el 2,5 % y Zygaenidae con el 0,5% del total (tabla II).

En la figura 2 se muestra que el paisaje forestal o bosque claro es el que mantiene más equilibradas las poblaciones de las dos familias y una subfamilia más significativas, en el que dominan la subfamilia Satyrinae con el 45,2 %; en el resto de paisajes dominan Pieridae especialmente abundantes en el monocultivo con el 75,6 % del total en el arbóreo de secano y el 89 % en el herbáceo de secano; el pluricultivo mantiene poblaciones más equilibradas que el monocultivo y aunque la mayor abundancia corresponde igualmente a Pieridae, Satyrinae incrementa sus poblaciones llegando a porcentajes del 18,6 % en pluricultivo de regadío, 27,1 % en el de secano y 29,7 % en islas de pluricultivo.

El análisis de la varianza, realizado a partir de los datos de la matriz (8 paisajes x 8 meses x 3 estaciones de muestreo) pone de manifiesto que: Existen diferencias significativas al 99,9 % ($P<0,001$) en el número de especies entre los distintos paisajes $F=0$ y entre meses $F=0$ (test de Student-Newman-

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 251

Tabla II. Número de ejemplares por especie (filas) y paisaje (columnas), clasificados por familias. En los totales y entre paréntesis el número de especies. Datos obtenidos de 24 muestreos por paisaje (tres repeticiones mensuales de marzo a octubre con una duración de 40 minutos por muestreo). Se ha incluido el bosque claro como referencia del paisaje forestal medianamente intervenido. Test de Student-Newman-Keuls, nivel de significación entre columnas ***. Dentro de la fila en el total general, los números seguidos de la misma letra no son significativamente distintos.

Nº orden	Taxon	Paisaje forestal (bosque claro)	Paisaje en mosaico (islas pluricultivo)	pluricultivo secano	pluricultivo regadío	monocultivo herbáceo secano	monocultivo arbóreo secano	monocult. herbáceo regadío	monocult. arbóreo regadío	total
H1	*Tymelicus lineola*	2	6	12	17	10	5	0	1	53
2	*Tymelicus acteon*	0	0	5	5	0	0	0	0	10
3	*Erynnis tages*	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4	*Carcharodus alceae*	2	5	17	16	1	6	4	37	88
5	*Carcharodus boeticus*	0	0	2	4	0	0	0	0	6
6	*Spialia sertorius*	1	4	1	0	0	1	0	0	7
7	*Syrichtus proto*	6	1	0	0	0	0	0	0	7
	total Hesperiidae	12 (5)	16 (4)	37 (5)	42 (4)	11 (2)	12 (3)	4 (1)	38 (2)	172 (7)
X1	*Papilio machaon*	14	3	7	11	1	4	1	2	43
2	*Iphiclides podalirius*	28	32	24	1	0	30	1	1	117
3	*Zerinthia rumina*	21	2	1	0	0	0	0	0	24
	total Papilionidae	63 (3)	37 (3)	32 (3)	12 (2)	1 (1)	34 (2)	2 (2)	3 (2)	184 (3)
P1	*Leptidea sinapis*	9	4	6	3	0	0	0	0	22
2	*Colias alfacariensis*	1	4	4	4	0	2	0	1	16
3	*Colias crocea*	22	46	41	116	22	17	88	31	383
4	*Gonepteryx rhamni*	1	1	1	0	0	0	0	0	3
5	*Gonepteryx cleopatra*	5	1	1	1	0	1	1	0	10
6	*Euchloe crameri*	19	37	34	8	54	3	14	2	171
7	*Euchioe tagis*	3	0	0	0	0	0	0	0	3
8	*Anthocharis cardamines*	0	0	2	0	0	0	0	0	2
9	*Anthocharis belia*	1	8	3	1	0	2	0	0	15
10	*Zegris eupheme*	0	0	0	1	7	0	0	0	8
11	*Aporia crataegi*	4	11	5	2	4	1	1	0	28
12	*Pieris brassicae*	64	62	81	47	29	82	38	29	432
13	*Pieris rapae*	63	172	231	301	198	170	246	197	1578
14	*Pieris napi*	0	3	7	67	0	2	16	6	101
15	*Pontia daplidice*	18	140	132	64	205	77	46	38	720
	total Pieridae	210 (12)	489 (12)	548 (13)	615 (12)	519 (7)	357 (10)	450 (8)	304 (7)	3492 (15)
N1	*Nymphalis polychloros*	0	1	0	0	0	0	0	0	1
2	*Vanessa atalanta*	10	9	9	7	2	2	4	10	53
3	*Vanessa cardui*	4	7	2	4	3	1	3	4	28
4	*Polygonia c-album*	0	2	0	0	0	0	0	0	2
5	*Pandoriana pandora*	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6	*Issoria lathonia*	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7	*Melitaeaphoebe*	8	10	10	15	9	1	1	1	55
8	*Melitaea didyma*	0	5	0	6	0	0	0	0	11
9	*Eurodryas desfontainii*	3	0	0	0	0	0	0	0	3
10	*Azuritis reducta*	2	0	1	0	0	0	0	0	3
	total Nymphalidae	27 (5)	36 (8)	22 (4)	32 (4)	14 (3)	4 (3)	8 (3)	15 (3)	158 (10)
S1	*Pararge aegeria*	4	6	9	62	0	0	13	31	124
2	*Lassiommata megera*	59	89	99	80	12	26	19	18	402
3	*Coenonympha dorus*	142	23	0	0	0	0	0	0	165
4	*Maniola jurtina*	6	17	28	25	7	8	2	13	106

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 252

Nº orden	Taxon	Paisaje forestal (bosque claro)	Paisaje en mosaico (islas pluricultivo)	pluricultivo secano	pluricultivo regadío	monocultivo herbáceo secano	monocultivo arbóreo secano	monocult. herbáceo regadío	monocult. arbóreo regadío	total
5	*Hyponephele lupina*	11	0	2	0	0	2	0	0	15
6	*Pyronia tithonus*	0	1	0	5	0	0	0	0	6
7	*Pyronia bathseba*	76	57	39	5	3	2	0	0	182
8	*Pyronia cecilia*	16	61	50	15	5	4	1	0	152
9	*Melanargia lachesis*	4	18	16	26	0	1	1	1	67
10	*Melanargia occitanica*	13	0	1	0	2	0	0	0	16
11	*Melenargia ines*	0	0	0	0	0	2	0	0	2
12	*Hipparchia semele*	2	4	1	0	0	0	0	0	7
13	*Hipparchia statilinus*	53	14	10	0	2	2	0	0	81
14	*Hipparchia fidia*	32	6	1	0	0	0	0	0	39
15	*Brintesia circe*	18	8	12	1	0	3	1	0	43
16	*Libithea celtis*	2	1	1	0	0	0	0	0	4
	total Satyrinae	438 (14)	305 (13)	269 (13)	219 (8)	31 (6)	50 (9)	37 (6)	63 (4)	1412 (16)
L1	*Thecla quercus*	19	2	0	0	0	0	0	0	21
2	*Tomares ballus*	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3	*Satyrium spini*	16	2	6	3	0	0	0	0	27
4	*Satyrium esculi*	55	6	1	0	0	0	0	0	62
5	*Callophris rubi*	14	1	0	0	0	0	0	0	15
6	*Lycaena phlaeas*	0	1	1	3	0	0	0	4	9
7	*Lampides boeticus*	23	2	0	21	0	0	17	2	66
8	*Leptotes pirithous*	13	0	0	9	0	1	1	0	23
9	*Cupido argiades*	0	0	0	8	0	0	2	0	10
10	*Celastrina argiolus*	6	1	0	2	0	0	0	0	9
11	*Glaucopsyche melanops*	2	1	1	0	0	0	0	0	4
12	*Pseudophilotes panoptes*	29	3	2	0	0	0	0	0	34
13	*Plebejus argus*	4	1	0	1	0	0	0	0	6
14	*Aricia agestis*	2	0	0	0	0	0	0	0	2
15	*Aricia cramera*	2	7	4	0	0	6	0	0	19
16	*Polyommatus ripartii*	0	5	0	0	0	0	0	0	5
17	*Plebicula escheri*	1	4	0	0	0	0	0	0	5
18	*Plebicula thersites*	5	16	0	6	0	0	3	0	30
19	*Polyommatus hispanus*	1	5	1	0	0	0	0	0	7
20	*Polyommatus bellargus*	5	18	18	15	0	0	2	0	58
21	*Polyommatus icarus*	19	55	39	183	7	8	137	27	475
	total Lycaenidae	217 (18)	130 (17)	73 (9)	251 (10)	7 (1)	15 (3)	162 (6)	33 (3)	888 (21)
Z1	*Zygaena sarpedon*	0	0	0	2	0	0	0	0	2
2	*Zygaena occitanica*	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	*Zygaena fausta*	0	6	6	0	0	0	0	0	12
4	*Zygaena lavandulae*	2	1	0	0	0	0	0	0	3
5	*Zygaena hippocrepidis*	0	7	7	1	0	0	0	0	15
	total Zygaenidae	2 (1)	15 (4)	13 (2)	3 (2)	0	0	0	0	33 (5)
	total paisaje	969 b (58) bc	1028 b (61) c	994 b (49) b	1174 b (42) b	583 a (20) a	472 a (30) b	663 a (26) a	456 a (21) a	6339 (77)

Keuls) y en la abundancia poblacional entre paisajes y entre meses (prueba de Kruskal-Wallis); sin diferencias significativas entre localidades (repeticiones por paisaje) con una probabilidad superior al 95% (test de Student-Newman-Keuls).

Las figuras 2 y 3 visualizan el porcentaje de individuos por familias dentro de cada paisaje; destaca la familia Pieridae con gran abundancia de individuos respecto al resto en todos los paisajes excepto

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 253

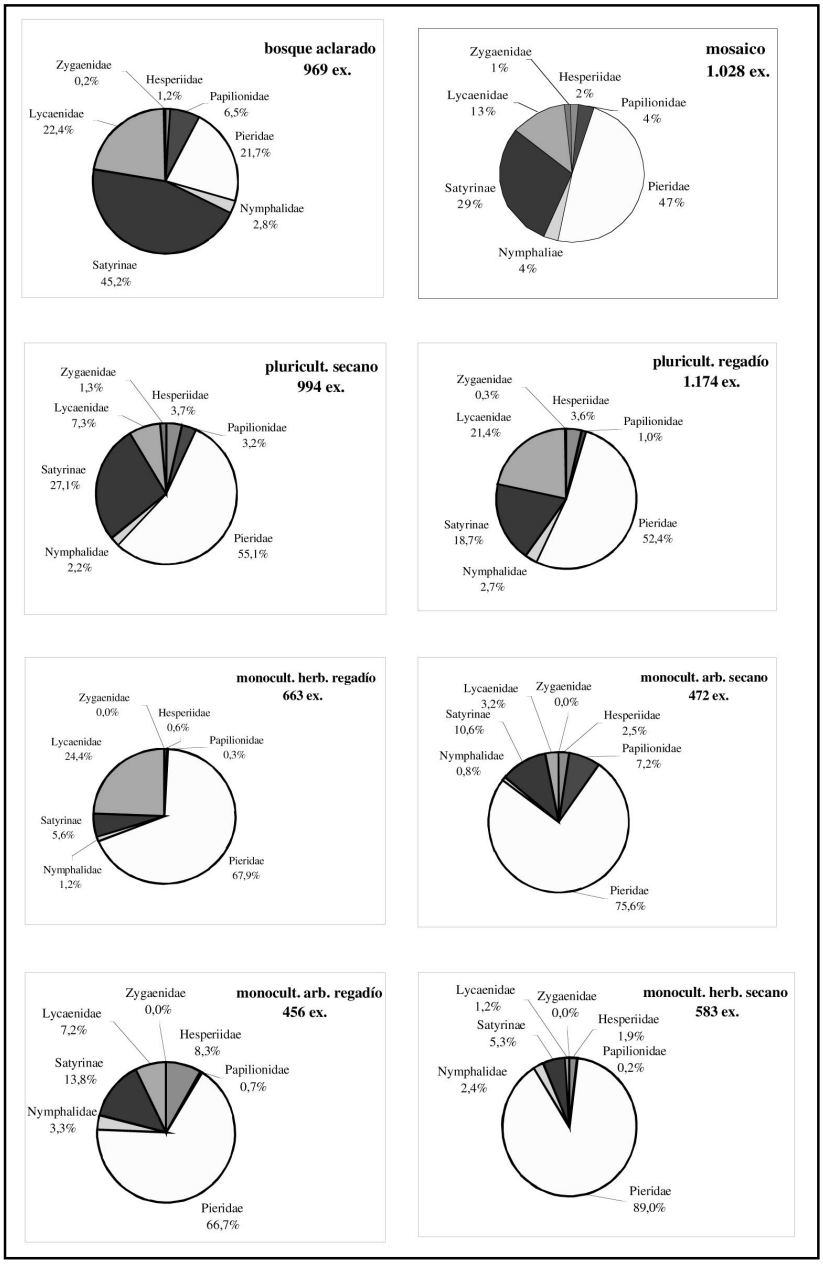

Figura 2. Distribución de las mariposas en porcentaje de ejemplares (ex.) por familias en los distintos paisajes del agrosistema.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 254

en bosque claro; la subfamilia Satyrinae le sigue en importancia en el paisaje en mosaico y en pluricultivo de secano. El bosque claro se separa del resto de paisajes, siendo los Satyrinae la subfamilia dominante en él, seguida de las familias Pieridae y Lycaenidae; en el monocultivo la dominancia de la familia Pieridae es mayor que en el resto.

La mayor abundancia de individuos se produce en el pluricultivo de regadío (1.174 ejemplares, el 18,5% del total), por la dominancia de unas pocas especies como *P. icarus* (Rott.), *L. megera* (L.), *C. crocea* (F.), *P. rapae* (L.), *P. napi* (L.); la menor abundancia tiene lugar en el monocultivo de secano y de regadío, siendo el monocultivo arbóreo de regadío el paisaje con menor número de individuos (456, el 7,2% del total) (figura 2).

A medida que la gestión agraria se incrementa, de islas de pluricultivo (gestión media) a monocultivos (gestión intensiva), la abundancia de Pieridae aumenta sobre el resto de familias y disminuye la de la subfamilia Satyrinae (figura 3).

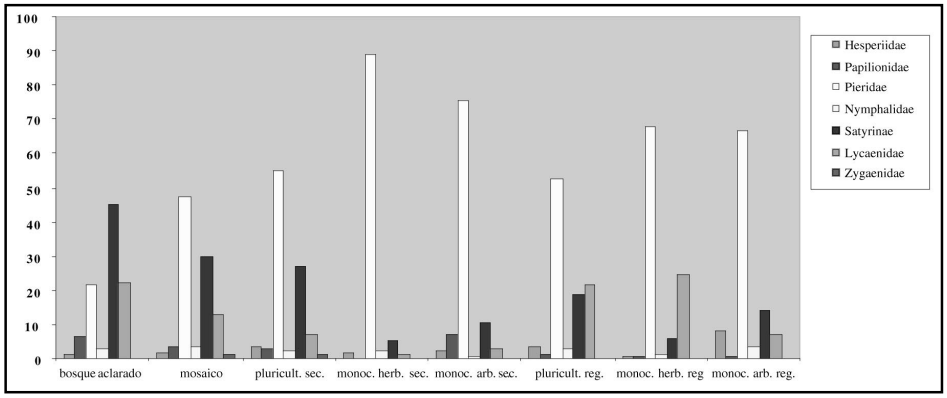

Figura 3. Porcentaje de individuos por familias respecto al total de individuos de cada paisaje del agroecosistema.

La prueba estadística de Kruskal-Wallis agrupa los paisajes en monocultivos y pluricultivos-bosque claro, con diferencias significativas entre ellos; la subfamilia Satyrinae establece las mayores diferencias significativas entre bosque claro, pluricultivos y monocultivos, con abundancias poblacionales descendentes por este mismo orden.

En el monocultivo herbáceo de secano (cereal), la abundancia poblacional y la riqueza en especies es mayor en primavera temprana en el barbecho sin labrar y en verano en los rastrojos sin labrar (los barbechos están labrados); al final del verano los barbechos labrados vuelven a ser pobres tanto en especies como en número de individuos (figura 4).

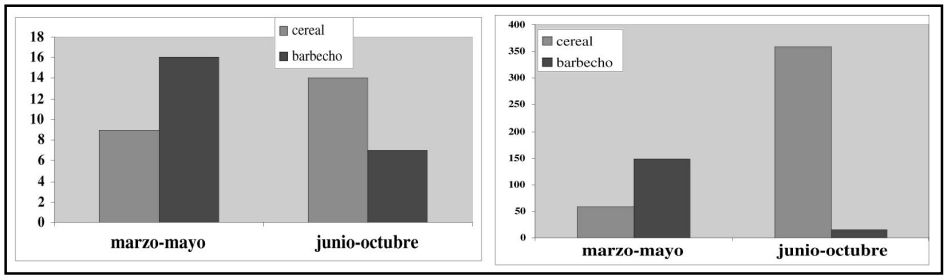

Figura 4. Número de especies (izquierda) y de individuos (derecha) de mariposas en el monocultivo de secano según se contemple el cultivo de cereal (cultivo o rastrojo) o el barbecho.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 255

En el monocultivo herbáceo de regadío el cultivo del alfalfa es fundamental por albergar el 83 % de los individuos totales observados; sin dicho cultivo, la abundancia poblacional total se reduce al 16,9 %, de 663 a 112 individuos (figura 5).

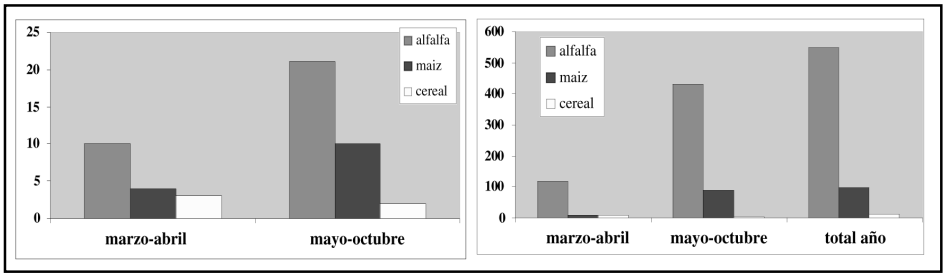

Figura 5. Número de especies (izquierda) y de individuos (derecha) de mariposas observadas en el paisaje cultivos herbáceos de regadío considerando por separado los distintos cultivos.

La mayor densidad poblacional corresponde a la familia Pieridae con gran diferencia sobre el resto de familias en todos los paisajes excepto en bosque claro en el que predominan la subfamilia Satyrinae. Las menores densidades corresponden a las familias Zygaenidae, resto de los Nymphalidae, Hesperiidae y Papilionidae. Lycaenidae tiene mayor importancia en pluricultivo de regadío y muy escasa (presencia casi nula) en los monocultivos de secano y arbóreo de regadío.

Por meses la mayor densidad poblacional tiene lugar en junio, julio y posteriormente en septiembre en el que todavía aumenta la abundancia por la mayor presencia de unas pocas especies. En monocultivo herbáceo, en marzo y octubre se producen mayores abundancias que en junio.

I.2 Diversidad faunística

Según el índice logarítmico de diversidad alfa (tabla III), la mayor diversidad faunística se produce en el paisaje en mosaico y en bosque claro, seguidos de pluricultivo de secano; la menor en el monocultivo herbáceo y en el arbóreo de regadío. Estos datos se corroboran también con los índices de diversidad de Shannon y de Margalef (figura 6). El bosque claro presenta la diversidad más alta en mayo y de julio a septiembre; los cultivos inician diversidad alta en mayo, con descenso en julio-agosto y de nuevo alta en agosto-septiembre.

Tabla III. Índice logarítmico de diversidad alfa, mensual y anual en los distintos paisajes del ecosistema agrario.

	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	total año
bosque claro	5,0	5,0	8,0	7,0	8,0	8,6	8,4	2,9	13,5
mosaico	5,3	5,3	8,2	9,3	8,8	5,2	7,5	3,9	14,2
pluricultivo secano	4,3	4,3	5,7	7,2	5,2	5,6	5,3	2,3	10,8
monocult herb secano	2,5	2,5	3,8	2,9	1,0	1,2	2,7	1,4	4,0
monocultivo arb secano	2,2	2,2	2,8	5,3	4,1	3,7	3,2	1,5	7,1
pluricultivo regadío	3,4	3,4	6,1	6,9	6,7	4,9	4,4	2,3	8,5
monocult herb regadío	2,1	2,1	1,9	4,1	2,4	3,8	2,4	3,0	5,4
monocult arb regadío	2,0	2,0	2,0	4,8	2,8	5,2	3,1	2,3	4,5

La mayor uniformidad en la distribución de las especies tiene lugar en bosque aclarado y en paisajes de pluricultivo; la menor en los monocultivos (tabla IV).

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 255

Tabla IV. Resumen de la estructura faunística de los distintos paisajes del ecosistema agrario en el dominio del carrascal seco. Datos obtenidos de 24 muestreos (tres repeticiones mensuales en cada paisaje, desde marzo a octubre).

	S %	N %	S/N	E	Nd	DMg	1/Dsp	H'	1/d	alfa
bosque claro	75,3	15,3	6,0	0,82	40,3	8,3	18,9	3,3	6,8	13,5
mosaico	79,2	16,2	5,9	0,75	42,8	8,7	13,7	3,1	6,0	14,2
pluricultivo secano	63,6	15,7	4,9	0,73	41,4	7,0	10,1	2,8	4,3	10,8
monocult herb secano	25,9	9,2	3,4	0,60	24,3	3,0	4,0	1,8	2,8	4,0
monocultivo arb secano	38,9	7,4	6,3	0,63	19,8	4,7	5,2	2,1	2,8	7,1
pluricultivo regadío	54,5	18,5	3,6	0,71	48,9	5,8	8,6	2,7	3,9	8,5
monocult herb regadío	33,7	10,4	3,9	0,61	27,6	3,8	4,8	2,0	2,7	5,4
monocult arb regadío	27,2	7,2	4,6	0,68	19,0	3,3	4,6	2,1	2,3	4,5

S %	porcentaje sobre el total de especies de ropalóceros
N %	porcentaje sobre el total de ejemplares de ropalóceros
S/N	número de especies por 100 ejemplares muestreados
E	uniformidad en la distribución de las especies
Nd	número de individuos por muestreo
DMg	índice de Margalef
1/DSp	índice de Simpson (inverso)
H’	índice de Shannon
1/d	índice de Berger-Parker (inverso)
alfa	índice normal logarítmico

Según todos los índices considerados (tabla IV), los monocultivos son menos diversos que los pluricultivos y dentro de éstos el secano presenta mayor diversidad que el regadío; islas de pluricultivo tradicional presentan una diversidad muy parecida a la del bosque aclarado, lo que matiza la hipótesis de trabajo en el sentido que la intervención agraria con niveles de gestión ligeros o moderados no parece modificar sustancialmente la diversidad biológica.

La tabla VI resume la tendencia en cuanto a incremento o disminución de la riqueza en especies y de la diversidad según las variantes estudiadas en el ecosistema agrario.

Tabla VI. Tendencia en riqueza de especies y diversidad faunística según la tipología del paisaje agrario.

	Elevada o se incrementa con:	**Baja o disminuye con:**
Paisaje	Heterogéneo	Uniforme
Intervención antrópica	Ligera	Intensa
Ecosistema agrario	Gestión tradicional de cultivo	Gestión intensiva de cultivo
	Pluricultivos	Monocultivos
	Alto índice de parcelación	Parcelación baja
	Secano con barbecho	Regadío
	Regadío con cultivos plurianuales pratenses	Regadío con ausencia de plurianuales
	Abundancia de márgenes amplias libres de tratamientos	Escasez de márgenes
	Márgenes con vegetación espontánea	Márgenes con sólo vegetación ruderal y arvense
	Yermos e islas con vegetación espontánea	Ausencia de vegetación espontánea
	Mantenimiento del tipo de manejo del suelo	Modificaciones en el tipo de manejo
	Laboreo tardío de barbechos y rastrojos	Laboreo temprano de barbechos y rastrojos

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 257

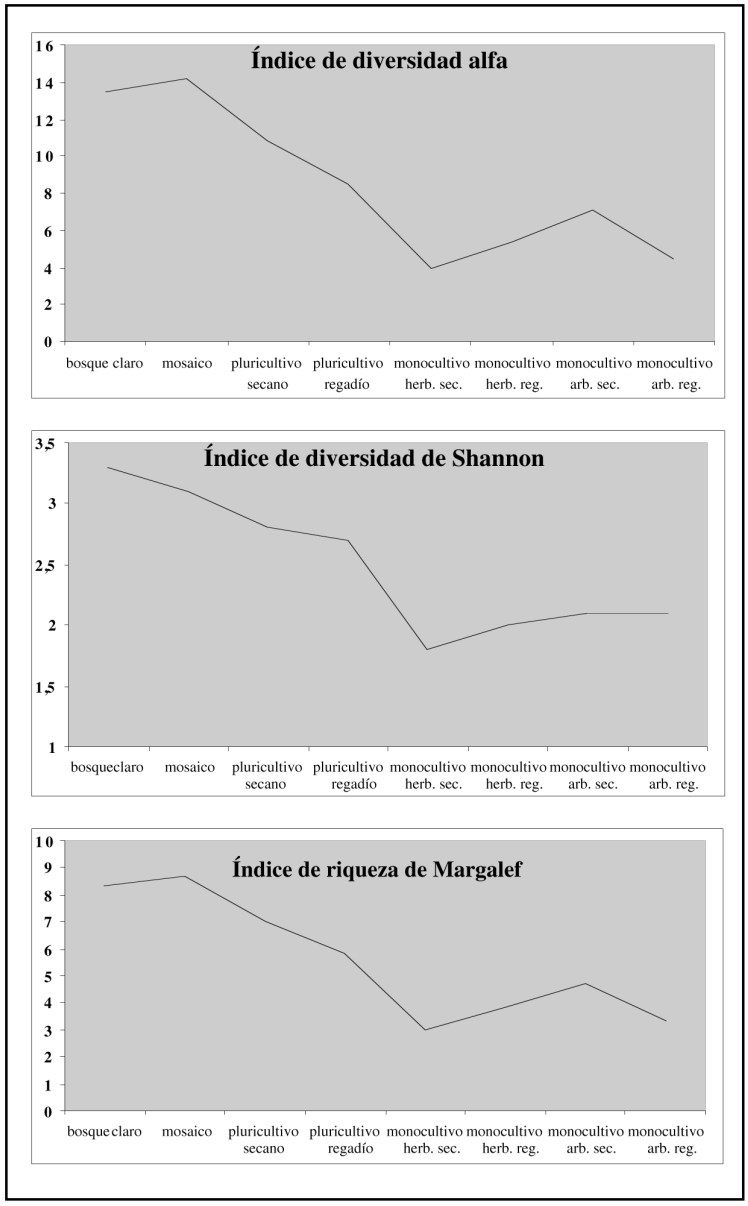

Figura 6. Diversidad faunística en los distintos paisajes del agrosistema, según diferentes índices.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 253

II. Análisis biocenológico

El mayor número de especies comunes se produce entre paisaje forestal y paisaje en mosaico (49), entre islas de pluricultivo y pluricultivo secano (43) y entre bosque claro y pluricultivo secano (42). El menor número de especies comunes (15) y por tanto la mayor distancia faunística tiene lugar entre monocultivo de secano y de regadío.

El Análisis de Componentes Principales establece dos grandes grupos de paisajes (figura 7): bosque aclarado (sin intervención agrícola) con poca similitud con los demás y el resto de paisajes que subdivide en dos, cultivos de regadío (con menor similitud el monocultivo arbóreo) y cultivos de secano; dentro de éstos, aparecen más cercanos mosaico y pluricultivo.

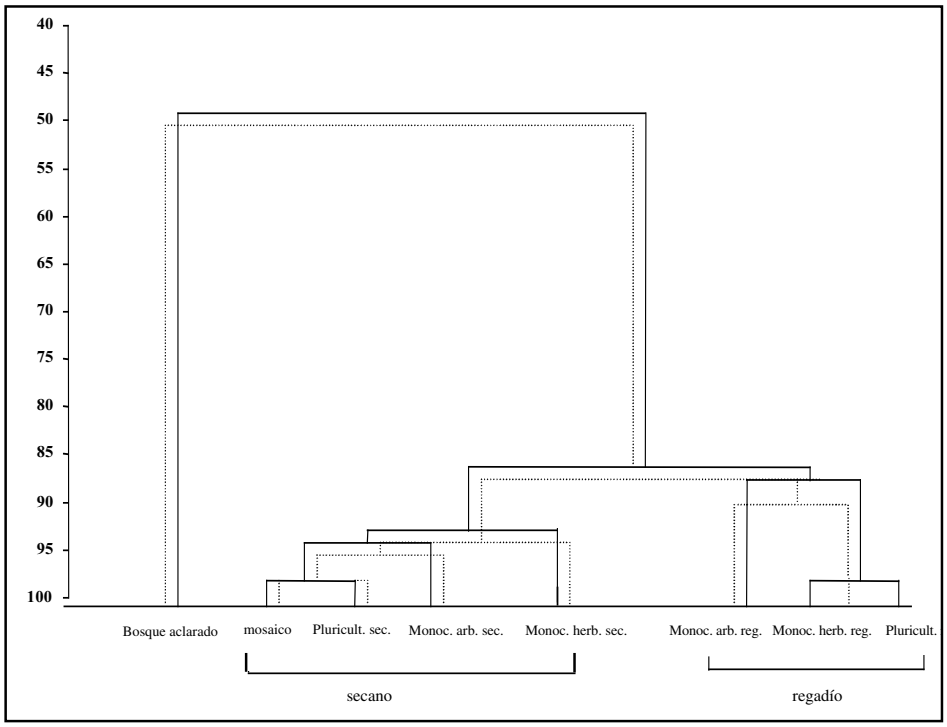

Figura 7. Dendrograma Cluster de similitudes entre paisajes según el Análisis de Componentes Principales; en línea continua tomando como variable la abundancia familiar de mariposas, en línea discontinua tomando como variable la abundancia específica.

En la representación gráfica del análisis multivariante (figura 8), el eje I se relaciona con la intensidad de gestión agraria que se concreta en presencia de vegetación natural, grado de parcelación y presencia de márgenes y/o setos vegetales: paisajes ricos en márgenes, matorral y vegetación diversa (bosque claro y pluricultivos) en la zona positiva y monocultivos con alta gestión agraria, escasez de márgenes y poca diversidad vegetal en la zona negativa. El eje II se relaciona con la abundancia poblacional; los pluricultivos presentan las mayores abundancias, que se corresponden con la familia Pieridae.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 259

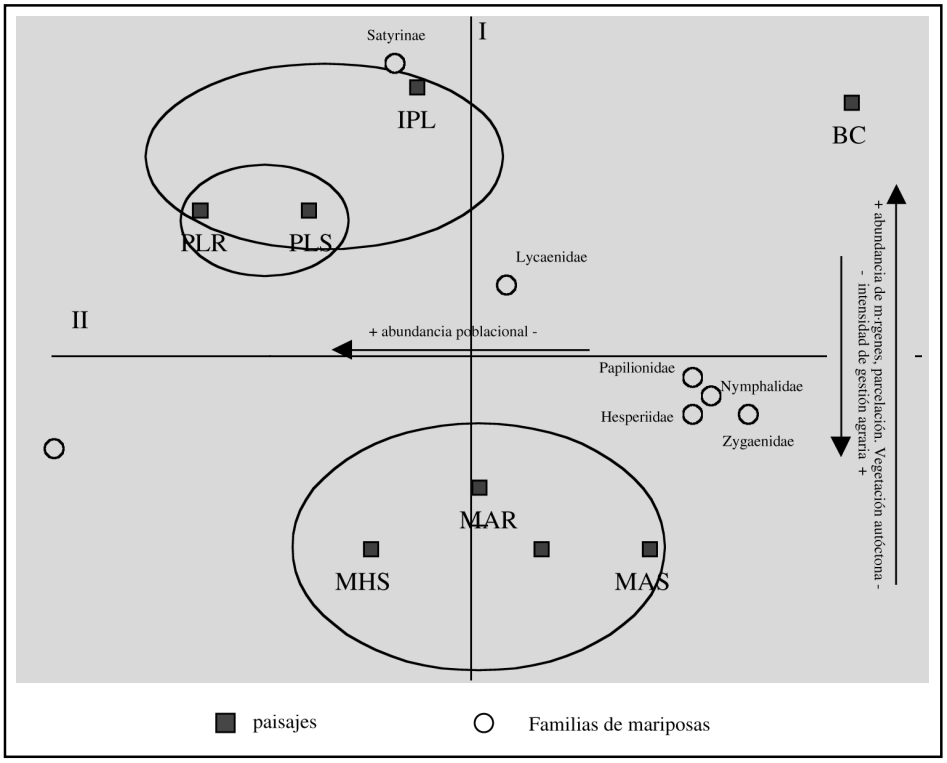

Figura 8. Representación de las correlaciones entre los distintos paisajes y familias de ropalóceros según los dos principales componentes. Los cuadrados indican los paisajes. Los círculos las familias de ropalóceros. Siglas: BC bosque aclarado; IPL islas pluricultivo (paisaje en mosaico); PLS pluricultivo de secano; MHS monocultivo herbáceo de secano (cereal); MAS monocultivo arbóreo de secano (almendro-olivo); PLR pluricultivo de regadío; MHR monocultivo herbáceo de regadío (maíz-alfalfa); MAR monocultivo arbóreo de regadío (frutales)

III. Caracterización paisajística según especies de mariposas vinculadas

La tabla V muestra las especies dominantes en cada paisaje, así los Satyrinae *C. dorus* y *P. bathseba* dominan en el paisaje forestal y las más favorecidas por la actividad agraria resultan ser los Pieridae *P. rapae, P. daplidice, P. brassicae, C. crocea, P. napi* el Satyrinae *L. megera* y el Lycaenidae *P. icarus*.

Hay especies como *I. podalirius, P. machaon, A. crataegi, P. cecilia, E. crameri, V. cardui, M. phoebe*, que están presentes con gestión agraria no muy intensa. *L. megera* y *P. brassicae* aparecen en todos los ambientes, siendo también importante su presencia en el forestal. Especies como *C. crocea, P. aegeria, L. boeticus, C. alceae, T. lineola*, incrementan su presencia con la gestión agraria. *S. proto*, *H. statilinus, H. fidia, Ps. panoptes, Z. rumina, Th. quercus*, *S. esculi, C. rubi,* aparecen con cierta abundancia sólo en ambientes forestales.

El bosque claro se caracteriza por el dominio de Lycaenidae y Satyrinae, siendo *C. dorus* la especie más abundante. En los paisajes de cultivo dominan Pieridae, siendo *P. rapae, P. daplidice*, *C. crocea* y *P. icarus* las especies más abundantes. (tabla V).

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 260

Tabla V. Relación en orden decreciente de las 15 especies más abundantes y con expresión de dominancia por paisajes.

Paisaje forestal (bosque claro)		Paisaje mosaico (islas pluricultivo)		pluricultivo secano		monocultivo herbáceo secano	
Taxon	**%/total**	**Taxon**	**%/total**	**Taxon**	**%/total**	**Taxon**	**%/total**
C. dorus	14,65 %	*P. rapae*	16,73 %	*P. rapae*	23,24 %	*P. daplidice*	35,16 %
P. bathseba	7,84 %	*P. daplidice*	13,62 %	*P. daplidice*	13,28 %	*P. rapae*	33,96 %
P. brassicae	6,60 %	*L. megera*	8,66 %	*L. megera*	9,96 %	*E. crameri*	9,26 %
P. rapae	6,50 %	*P. brassicae*	6,03 %	*P. brassicae*	8,15 %	*P. brassicae*	4,97 %
L. megera	6,09 %	*P. cecilia*	5,93 %	*P. cecilia*	5,03 %	*C. crocea*	3,77 %
S. esculi	5,68 %	*P. bathseba*	5,54 %	*C. crocea*	4,12 %	*L. megera*	2,06 %
H. statilinus	5,47 %	*P. icarus*	5,35 %	*P. bathseba*	3,92 %	*T. lineola*	1,72 %
H. fidia	3,30 %	*C. crocea*	4,47 %	*P. icarus*	3,92 %	*M. phoebe*	1,54 %
Ps. panoptes	2,99 %	*E. crameri*	3,60 %	*E. crameri*	3,42 %	*Z. eupheme*	1,20 %
I. podalirius	2,89 %	*I. podalirius*	3,11 %	*M. jurtina*	2,82 %	*M. jurtina*	1,20 %
L. boeticus	2,37 %	*C. dorus*	2,24 %	*I. podalirius*	2,41 %	*P. icarus*	1,20 %
C. crocea	2,27 %	*M. lachesis*	1,75 %	*L. bellargus*	1,81 %	*P. cecilia*	0,86 %
Z. rumina	2,17 %	*L. bellargus*	1,75 %	*C. alceae*	1,71 %	*A. crataegi*	0,69 %
E. crameri	1,96 %	*M. jurtina*	1,65 %	*M. lachesis*	1,61 %	*V. cardui*	0,51 %
Th. quercus	1,96 %	*P. thersites*	1,56 %	*T. lineola*	1,21 %	*P. bathseba*	0,51 %
monocultivo arbóreo secano		pluricultivo regadío		monocultivo herbáceo regadío		monocultivo arbóreo regadío	
Taxon	**%/total**	**Taxon**	**%/total**	**Taxon**	**%/total**	**Taxon**	**%/total**
P. rapae	36,02 %	*P. rapae*	25,64 %	*P. rapae*	37,10 %	*P. rapae*	43,20 %
P. brassicae	17,37 %	*P. icarus*	15,59 %	*P. icarus*	20,66 %	*P. daplidice*	8,33 %
P. daplidice	16,31 %	*C. crocea*	9,88 %	*C. crocea*	13,27 %	*C. alceae*	8,11 %
I. podalirius	6,36 %	*L. megera*	6,81 %	*P. daplidice*	6,94 %	*C. crocea*	6,80 %
L. megera	5,51 %	*P. napi*	5,71 %	*P. brassicae*	5,73 %	*P. aegeria*	6,8 %
C. crocea	3,60 %	*P. daplidice*	5,45 %	*L. megera*	2,87 %	*P. brassicae*	6,36 %
M. jurtina	1,69 %	*P. aegeria*	5,28 %	*L. boeticus*	2,56 %	*P. icarus*	5,92 %
P. icarus	1,69 %	*P. brassicae*	4,00 %	*P. napi*	2,41 %	*L. megera*	3,95 %
C. alceae	1,27 %	*M. lachesis*	2,21 %	*E. crameri*	2,11 %	*M. jurtina*	2,85 %
A. cramera	1,27 %	*M. jurtina*	2,13 %	*P. aegeria*	1,96 %	*V. atalanta*	2,19 %
T. lineola	1,06 %	*L. boeticus*	1,79 %	*C. alceae*	0,60 %	*P. napi*	1,32 %
P. machaon	0,85 %	*T. lineola*	1,45 %	*V. atalanta*	0,60 %	*V. cardui*	0,88 %
P. cecilia	0,85 %	*C. alceae*	1,36 %	*V. cardui*	0,45 %	*L. phlaeas*	0,88 %
E. crameri	0,64 %	*M. phoebe*	1,28 %	*P. thersites*	0,45 %	*P. machaon*	0,44 %
B. circe	0,64 %	*P. cecilia*	1,28 %	*M. jurtina*	0,30 %	*E. crameri*	0,44 %

Discusión y conclusiones

Con diferencias significativas, es más rico en especies, contiene mayor abundancia poblacional y es más diverso faunísticamente el pluricultivo que el monocultivo, tanto en secano como en regadío a lo cual contribuye la mayor presencia de márgenes vegetadas en el primero, principal diferencia entre ambos tipos de paisaje.

La alta riqueza en especies y diversidad faunística que se produce en el paisaje en mosaico (islas de pluricultivo), se debe a que alternan cultivos con ecosistema natural (bosque más o menos aclarado) y con abundantes y amplias márgenes donde prosperan muchas plantas del ecosistema natural.

En regadío se produce una abundancia poblacional mayor que en secano, debido a unas pocas especies favorecidas por la intensificación agraria.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 261

En secano se han encontrado mayor número de especies en monocultivo arbóreo (38,9 %) que en el herbáceo (25,9 %) debido en nuestra opinión a que en el primero se produce un menor laboreo del suelo (máximo 2-3 veces al año) y un menor grado de intervención agraria (menores aplicaciones de agroquímicos) además de la ocupación menor del suelo por el cultivo, permitiendo el mantenimiento de una flora más variada y rica durante el año.

El pluricultivo de regadío es menos diverso que pluricultivo de secano, ambos igualmente parcelados y con numerosas márgenes, por lo que a igualdad de parcelación y presencia de márgenes, el riego parece disminuir la diversidad biológica.

En general las poblaciones de Pieridae están relacionadas con la intensidad de gestión agraria; Satyrinae con zonas de bosque con matorral y paisajes con alta parcelación y abundancia de márgenes; Papilionidae y Hesperiidae muestran tendencia a soportar una gestión agraria moderada y Lycaenidae no; con alguna excepción, Zygaeninae y resto de los Nymphalidae no son significativas por el escaso número de especies y ejemplares observados, lo cual indica que los agrarios no son ecosistemas adecuados para ellas.

Una gestión agraria intensa favorece sobre todo los Pieridae: *P. rapae, P. daplidice*, *E. crameri, P. napi*, *C. crocea*, las dos primeras especies suponen el 36,2 % del total de individuos avistados en el agrosistema; asimismo se favorecen con tal actividad los Hesperiidae *C. alceae y T. lineola* y el Lycaenidae *P. icarus*.

La presencia de especies como *A. crataegi* y de *I. podalirius* en cultivos de frutales indica una utilización baja y racional de insecticidas, pudiendo considerárseles especie "sombrilla" en el sentido de LAUNER & MURPHY (1994), indicando con su presencia una aceptable diversidad biológica en el sistema.

En el monocultivo herbáceo de secano es muy importante la presencia de barbechos sin laboreo para la conservación de especies primaverales, así como el laboreo tardío de los rastrojos para las especies estivales.

La presencia de alfalfa y leguminosas es fundamental en el monocultivo herbáceo de regadío para la presencia de un mayor número de especies y unas más nutridas poblaciones.

La expansión del monocultivo produce pérdida de heterogeneidad y de diversidad faunística: muy pocas especies de mariposas se observan en el interior de un monocultivo y su movimiento y actividad quedan restringidos fundamentalmente a las márgenes vegetadas.

Estas conclusiones coinciden con MUNGUIRA & THOMAS (1992) y DENNIS & FRY (1992) sobre la importancia de las márgenes para mantener una fauna diversa de artrópodos en terrenos cultivados y con ALTIERI (1991) sobre la importancia de los pluricultivos y la presencia de vegetación natural.

Estas investigaciones corroboran para zonas semiáridas y subhúmedas lo indicado por la bibliografía para el centro y norte de Europa en condiciones agroclimáticas distintas: "la intensificación de la agricultura produce un descenso drástico en las poblaciones de lepidópteros" (KAABER & NIELSON, 1988; VAN SWAAY, 1990; FEBER *et al*., 1996; FEBER & SMITH, 1995; ERHARDT, 1985; THOMAS, 1991) "y de especies" (DEMPSTER, 1995; PULLIN *et al.,* 1995; RAVENSCROFT, 1995; THOMAS, 1995b; WARREN, 1995)

Por similitud faunística se establecen en el agrosistema tres grupos de paisajes, de mayor a menor diversidad:

- Paisaje mosaico con retazos de ecosistema natural (diversidad alta).
- Pluricultivos (diversidad media).
- Monocultivos (diversidad baja).

La investigación en el ecosistema agrario explica la correlación entre la diversidad faunística y el gradiente de intensidad en la gestión agraria, concluyendo que la diversidad faunística de las poblaciones de mariposas en un determinado ecosistema agrario se ve favorecida por una alta cobertura arbustivo-herbácea, por un alto índice de parcelación, un bajo nivel de gestión agraria caracterizado por ausencia de riego, abundancia de setos, márgenes vegetadas y presencia de barbechos, yermos y vegetación espontánea.

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 262

Debe tenderse por tanto y en lo posible, a mantener y favorecer la organización del paisaje en mosaico donde alternen ecosistema natural y cultivos diversos.

Entre las especies muestreadas en los distintos paisajes y tomando como referencia el parámetro de menor a mayor intensidad en la gestión agraria se distinguen los siguientes grupos, considerándose sólo las especies con más de tres ejemplares observados:

1.– Especies cuyas poblaciones disminuyen o desaparecen con la actividad agraria: *S. proto, Z. rumina, E. tagis, C. dorus, H. lupina, M. occitanica, Ps. fidia, H. statilinus, L. celtis, Th. quercus, C. rubi, Ps. panoptes, S. esculi, Gl. melanops, Pl. argus.*

2.– Especies tolerantes a una actividad agraria moderada con presencia significativa de ecosistema natural: *S. sertorius, P. machaon, I. podalirius, C. alfacariensis, L. sinapis, G. cleopatra, A. belia, H. semele, B. circe, P. bathseba, S. spini, P. ripartii, Pl. escheri, Pl. thersites, L. boeticus, S. pirithous, C. argiolus, A. cramera, P. bellargus, P. hispanus, Z. fausta, Z. hippocrepidis.*

3.– Especies favorecidas por la actividad agraria o tolerantes a una actividad agraria intensa: *T. acteon, C. boeticus, T. lineola, C. alceae, C. crocea, Z. eupheme, A. crataegi, P. brassicae, P. rapae, P. napi, E. crameri, P. daplidice, V. atalanta, V. cardui, M. phoebe, M. didyma, P. aegeria, L. megera, P. tithonus, P. cecilia, M. jurtina, M. lachesis, P. icarus, L. phlaeas, C. argiades, L. boeticus. E. crameri* y *Z. eupheme* son sensibles al labores temprano de los barbechos.

La presencia abundante de algunas de las especies del apartado 3 indica rotura del equilibrio biológico con desaparición de otras muchas y como consecuencia una diversidad biológica reducida.

BIBLIOGRAFÍA

ABÓS-CASTEL, F., 2002.– El pluricultivo y la presencia de márgenes mantienen la diversidad biológica en los agrosistemas.– *Ecología*, **16**: 273-285.

ABÓS-CASTEL, F., 2003.– Análisis de las comunidades de mariposas en diferentes paisajes del quejigar y del carrascal en el Somontano de Barbastro, Aragón, España (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea).– *SHILAP Revta. lepid*., 31 (123): 257-278.

ALTIERI, M. A., 1991.– Increasing biodiversity to improve insect pest management in agroecosystems. *In* HAWKSWORTH (editor).– *Biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture*: 37-61. Wallingford, CAB International.

BOATMAN, N. D. & SOTHERTON, N. W., 1988.– The agronomic consequences and costs of managing field margins for game and wildlife conservation. Aspects of Applied.– *Biology*, **17**(1): 47-56.

DAVIS, B. N. K., LAKHANI, K. H. & YATES, T. J., 1991.– The hazards of insecticides to butterflies of field margins.– *Agric. Ecosyst. & Environ*., **36**: 151-161.

DEMPSTER, J. P., 1995.– The ecology and conservation of *Papilio machaon* in Britain. *In* A. S. PULLIN (ed.).– *Ecology and conservation of butterflies*: 137-149. Chapman & Hall. London.

DENNIS, P. & FRY, G. L. A., 1992.– Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *In* M. G. PAOLETTI & D. PIMENTEL (editors).– *Biodiversity in agroecosystems. Papers from a symposium on Agroecology and Conservation Issues in Tropical and Temperate Regions*: 95-115. Elsevier. Amsterdam.

DOVER, J. W. & BOATMAN, N., 1994.– Arable field margins: factor affecting butterfly distribution and abundance. *In* N. BOATMAN (edit.).– *Field margins: integrating agriculture and conservation,* **58**: 59-66. BCPC UK Procedings of a symposium held at the University of Warwick, Coventry, 18-20 april 1994.

ERHARDT, A., 1985.– Diurnal lepidoptera: sensitive indicators of cultivated and abandoned grassland.– *Journal of Applied Ecology*, **22**: 849-861.

FEBER, R. E. & SMITH, H., 1995.– Butterfly conservation on arable farmland. *In* A. S. PULLIN (editor).– *Ecology and conservation of butterflies*: 363 pp.Chapman & Hall. London.

FEBER, R. E.; SMITH, H. & McDONALD, D.W., 1996.– The effects on butterfly abundance of the management of uncropped edges of arable fields.– *Journal of Applied Ecology,* **33**: 1191-1205.

FERNÁNDEZ GUILLÉN, M. D. & JONGMAN, R. H. G., 1994.– Diversidad y agricultura.– *Agricultura y Medioambiente, revista El Campo, Servicio de Estudios BBV*, **131**: 65-79.

FRY, G. L. A. & ROBSON, W. J., 1994.– The effects of field margins on butterfly movement. *In* N. BOATMAN

247 Análisis de las comunidades 9/9/77 12:41 Página 263

(editor).– *Field margins: integrating agriculture and conservation,* **58**: 111-116. BCPC UK. Proceeding of a Symposium held at the University of Warwick, Coventry 18-20 april 1994.

GEIGER, W. *et al*., 1987.– *Les papillons de jour et leurs biotopes*: 512 pp. Ligue Suisse pour la protection de la Nature.

HIGGINS, L. G. & RILEY, N. G., 1988.– *Guide des papillons d'Europe*: 443 pp. Delachaux&Nestlé. Lausanne.

HOOLE, J. C.; JOYCE, D. A. & PULLIN, A. S., 1999.– Estimates of gene flow between populations of the swallowtail butterfly*, Papilio machaon* in Broadland, UK and implications for conservation.– *Biological Conservation,* **89**: 293-299.

KAABER, S. & NIELSON, O. F., 1988.– 30 years changes of the butterfly fauna in an area of Central Jutland, Denmark*. Flora and Fauna*, 94: 95-110.

LAUNER, A. E. & MURPHY, D. D., 1994.– Umbrella species and the conservation of habitat fragments: a cause of a threatened butterfly and a vanishing grassland ecosystem.– *Biological Conservation,* **69**: 145-153.

LONGLEY, M. & SOTHERTON, N. W., 1997.– Factors determining the effects of pesticides upon butterflies inhabiting arable farmland.– *Agriculture, Ecosystems and Environment,* **61**: 1-12.

MUNGUIRA, M. L. & THOMAS, J. A., 1992.– Use of road verges by butterfly and burnet populations, and effect of roads on adult dispersal and mortality.– *Journal of Applied Ecology,* 29: 316-329.

POLLARD, E.; WOIWOD, I. P.; GREATOREX-DAVIES, J. N.; YATES, T. J. & WELCH R, C., 1998.– The spread of coarse grasses and changes in numbers of lepidoptera in a woodland nature reserva.– *Biological Conservation,* **84**: 17-24.

PULLIN, A. S.; McLEAN, I. F. G. & WEBB, M. R., 1995.– Ecology and conservation of *Lycaena dispar*: British and European perspectives*. In* A. S. PULLIN (editor).– *Ecology and conservation of butterflies*: 150-164. Chapman & Hall. London.

RANDS, M. R. & SOTHERTON, N. W., 1986.– Pesticide use on cereal crops and changes in the abundance of butterflies on arable farmland in England.– *Biological Conservation,* **36**:71-82.

RAVENSCROFT, N. O. M., 1995.– The conservation of *Carterocephalus palaemon* in Scotland. *In* A. S. PULLIN (editor).– *Ecology and conservation of butterflies*: 165-179. Chapman & Hall. London.

STEWART, W. D. P., 1991.– The importance to sustainable agriculture of biodiversity among invertebrates and microoganisms. *In* HAWKSWORTH (editor).– *Biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture:* 37-61. Wallingford, U.K. CAB International.

THOMAS, C. D., 1991.– Habitat use and geographic ranges of butterflies from the wet lowlands of Costa Rica.– *Biological Conservation*, **55**: 269-281.

THOMAS, J. A., 1995a.– The conservation of declining butterfly populations in Britain and Europe: priorities, problems and successes.– *Biological Journal of the Linnean Society,* **56**: 55-72.

THOMAS, J. A., 1995b.– The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue butterfly. *In* A. S. PULLIN (editor).– *Ecology and conservation of butterflies*: 180-197. Chapman & Hall. London.

VAN SWAAY, C. A. M., 1990.– An assessment of the changes in butterfly abundance in the Netherlands during the 20th century.– *Biological Conservation,* **52**: 287-302.

VIVES-MORENO, A., 1994.– *Catálogo sistemático y sinonímico de los Lepidópteros de la Península Ibérica y Baleares (Insecta: Lepidoptera). Segunda parte:* 775 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

WARREN, M. S., 1995.– Managing local microclimates for the high brown fritillary *Argynnis adippe*. *In* A. S. PULLIN (editor).– *Ecology and conservation of butterflies*: 198-210. Chapman & Hall. London.

WETTSTEIN, W. & SCHMID, B., 1999.– Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers.– *Journal of Applied Ecology,* **36**: 363-373.

F. P. A. C.
Plaza Palacio, 8-2º-A
E-22300 Barbastro (Huesca)
ESPAÑA / *SPAIN*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 31-XII-2004)
(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 4-III-2005)